Jb. nass. Ver. Naturkde. **123** S. 105–124 3 Abb. 6 Tab. Wiesbaden 2002

Mögliche Silberquellen für die Prägung von Prager Groschen im Mittelalter

JAROSLAV HRABÁNEK

Geschichte, Mittelalter, Silberlagerstätten, Prager Groschen, Silberverarbeitung, Analysen

Kurzfassung: Am Ende des 13. und Beginn des 14. Jahrhunderts sind reiche hydrothermale Ag-Pb-Zn-(Cu)-Lagerstätten bei Kuttenberg/Kutná Hora in Mittelböhmen und reiche hydrothermale Silberadern vom Ag-Co-Ni-Bi-U-Lagerstättentyp im böhmischen Erzgebirge entdeckt und in Abbau genommen worden. Die Münze in Kuttenberg begann ab 1300 die silbernen Prager Groschen zu prägen. Um die Herkunft des Silbers des Prager Groschens zu klären, wurden alle in den bekannten Lagerstätten auftretenden Silberminerale bestimmten Mineral-Paragenesen zugeordnet und an vorhandenen Münzen und Silberproben makroskopische und chemische Untersuchungen durchgeführt. Aufgrund der chemischen Befunde konnte nachgewiesen werden, dass zu Beginn des Prager Groschens im Jahr 1300 und danach bei jeder Thronbesteigung sehr hohe Ag-Gehalte und mäßige Cu-Gehalte kennzeichnend waren. Die höheren Wismutgehalte des Silbers aus den Lagerstätten der Ag-Co-Ni-Bi-U-Paragenese sind hilfreich für die Beantwortung der Frage, aus welchem Silber die Prager Groschen geprägt wurden.

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung und Aufgabenstellung

Gold und Silber haben seit prähistorischer Zeit besondere Bedeutung vor allem für die Herstellung von Schmuckgegenständen (MAJER 2000). Im Gegensatz zu Gold ist das Silber im Laufe der 2700jährigen Münzgeschichte immer das bekannteste und beliebteste Münzmetall gewesen. Daher ist es verständlich, dass Länder mit Silbererzlagerstätten unermesslich reich waren. Das trifft auch für die Länder der böhmischen Krone zu, die seit dem Mittelalter Liefergebiete für Silbererze waren.

Das Silber zählt zwar zu den Edelmetallen, aber seine weniger edlen Eigenschaften werden bereits an der Vielfalt der natürlichen Vorkommens-Formen dieses Metalls deutlich. Spielen bei den anderen Edelmetallen ihre Funde als gediegene Elemente eine dominierende wirtschaftliche Rolle, so ist gediegenes Silber nur gelegentlich geschätzter Bestandteil gewisser Lagerstätten, aber keine in die Förderstatistik eingehende Quantität (HAMMER 1993).

In den Jahren 1234/35 kam es zur Erschließung mächtiger Silbererzlagerstätten beim mährischen Iglau/Jihlava. Es kam zu einer ersten Welle der Silberkonjuktur. Allerdings waren für die Edelmetalllagerstätten und den mittelalterlichen Bergbau in den Bergländern Böhmen und Mähren relativ kurze Abbauzyklen von nur einigen Jahrzehnten typisch. Da die Silbererzgänge in den Oxidations- und Zementationszonen der Lagerstätten abgebaut wurden, überschritten die Grubenbaue nur selten eine Teufe von einhundert Metern. Mit der Erschöpfung der Iglauer Silbererzlagerstätte in der zweiten Hälfte des 13. Jhs. kam es zu einem Zusammenbruch des böhmischen Währungssystems.

Eine Wende wurde erst möglich am Ende des 13. und zu Beginn des 14. Jahrhunderts, als die reichen Silbererz-Lagerstätten bei Kuttenberg/Kutná Hora in Mittelböhmen und reiche Silberadern im böhmisch-sächsischen Erzgebirge bei der Stadt Preßnitz / Přisečnice und Wolkenstein entdeckt und in Abbau genommen wurden. Im Falle von Kuttenberg handelte es sich um eine gangförmige Lagerstätte der hydrothermalen Pb-Ag-Zn-(Cu)-Paragenese, die als Produkt hydrothermaler Lösungen in den Temperaturbereichen zwischen 300 °C bis 200 °C liegt. Im Falle der erzgebirgischen Lagerstätten „Am Kremsiger“ und Wolkenstein handelt es sich um hydrothermale Ag-Co-Ni-Bi-U-Lagerstätten im Temperaturbereich zwischen 230 °C und 100 °C.

Der Bergbau entwickelte sich vielversprechend, wurde aber höchstwahrscheinlich durch wirtschaftliche und politische Wirren nach der Zeit des Böhmenkönigs Přemysl Otakar II. (1253-1278) beeinträchtigt.

Nach dem Regierungsantritt des Königs Wenzel II. (1278) beruhigten sich die Verhältnisse und der Bergbau gelangte zu neuer Blüte. Der enorme Silberreichtum ermöglichte es dem König Wenzel II. (1278 bis 1305), eine Währungsreform durchzuführen. Im Jahre 1300 konzentrierte er in Kuttenberg 17 Münzstätten, die bislang in verschiedenen Städten Böhmens und Mährens tätig waren.

Dieses Jahr ist die Geburtsstunde des **Prager Groschens**, der in der Münze des Welschen Hofes als Ersatz für die früheren sehr unterschiedlichen Brakteaten-Hohlpfennige geprägt wurde.

Die neuen Silbermünzen unterstützten dank ihrer Qualität den heimischen Handel in jeder Beziehung und wurden zur stabilsten Währung in Mitteleuropa (NOHEJLOVÁ-PRÁTOVÁ 1971-72).

Diese Blütezeit des Bergbaus erforderte auch eine Abänderung der gesetzlichen Bestimmungen. Um das Jahr 1300 erließ König Wenzel II. ein neues Gesetz – das IUS REGALE MONTANORUM, das königliche Bergrecht, als Ersatz für das

bislang gültige, längst nicht mehr zeitentsprechende „Iglauer Gewohnheitsrecht“. Diesem Gesetz nach hatte König Wenzel II. das unumschränkte Recht auf verschiedene Rohstoffvorkommen, auf wessen Grundstück auch immer sie sich befanden, und somit ein freies Verfügungsrecht.

Zur Zeit des Königs Johann von Luxemburg (1310-1346) wurden reiche Silberadern „Am Kremsiger“ nördlich der Bergstadt Preßnitz im böhmischen Erzgebirge entdeckt, deren Abbau allerdings nur eine kurze Zeit dauerte. Trotzdem war dem König Johann von Luxemburg die Entdeckung der Silbervorkommen willkommen und er ließ „Am Kremsiger“ eine Münze bauen, in der man silberne böhmische Groschen (Prager Groschen) gemünzt hatte (HAIDMANN 2000).

Aufgrund von engen Verbindungen der sächsischen Adeligen Schönburger und Waldenburger zu Böhmen (die Familie Schönburger war in Böhmen ansässig) begann man auch, nach böhmischem Vorbild und bestimmt mit Einverständnis des Königs von Böhmen Johann von Luxemburg, in der Wolkensteiner Münze (von Historikern auch „Böhmische Münze“ genannt) Prager Groschen zu prägen (HAIDMANN 2002).

Das Silber für die Prägung der silbernen Prager Groschen im 14. Jahrhundert in der Kuttenberger Münze kam vorwiegend von der Erzlagerstätte Kuttenberg / Kutná Hora in Mittelböhmen.

In dieser Arbeit wird versucht, die Frage zu beantworten, ob außer dem Silber aus Kuttenberg / Kutná Hora auch das Silber der erzgebirgischen Lagerstätten als Silberquelle für die Prägung der Prager Groschen in Frage kommt.

2 Allgemeine lagerstättenkundliche Betrachtung

2.1 Gliederung der Silberlagerstätten und Beschreibung der Erz-Paragenesen

Im Sinne der Fragestellung wurden in einer bestimmten Lagerstätte auftretendes elementares Silber und alle Silberminerale bestimmten Mineral-Paragenesen zugeordnet, die hinsichtlich den Entstehungsbedingungen in engerem Zusammenhang stehen.

Die Kenntnisse der typischen Paragenesen haben in der Mineralogie und Geologie große Bedeutung und erleichtern nicht nur die Bestimmung gemeinsam vorkommender Minerale.

Die Mineralausfüllungen von Spalten, Gängen oder Trümer in Gesteinen können aus nur einer Mineralart – monomineralisch – oder aus mehreren Mineralarten – polymineralisch – bestehen. Eine zuverlässige wissenschaftliche Gliederung der Lagerstätten beruht auf den folgerichtig aufgebauten Entwicklungsreihen der Lagerstätten bildenden Vorgänge (MATTHES 1990). Es gibt in der Erdkruste drei große natürliche Abfolgen von mineralbildenden Vorgängen, nämlich die magmatisch-plutonische Abfolge, die sedimentäre Abfolge und die metamorphe Abfolge.

Im Zusammenhang mit diesem Beitrag ist nur die magmatische Abfolge mit Ausscheidung der Erzminerale von Bedeutung. Erzminerale sind die metallhaltigen Gemengteile eines Erzes, das in den meisten Fällen den Charakter eines Gesteines besitzt (MATTHES 1990). Die magmatische Abfolge umfasst alle Gesteine und Mineralbildungen, die aus den schmelzflüssigen Teilen der tieferen und festen Erdkruste auskristallisieren.

In zeitlich und räumlich getrennten Vorgängen, die genetisch dem magmatischen Geschehen angehören, kommt es zu Mineralabscheidungen und Gesteinsbildungen, nicht selten mit Eigenschaften einer Lagerstätte. So sind in verschiedenen Phasen der magmatischen Abfolge unterschiedliche Mineralparagenesen entstanden – die Vergesellschaftung verschiedener Minerale nennt man **Mineralparagenesen**.

Die Mineralarten einer Paragense (RAMDOHR 1955) bilden sich gleichzeitig, übergreifend oder nacheinander, mit spezifischen Mineralienformen und Habitus- und Aggregatstrukturen. Dabei ist es fallweise zu einer Konzentration von schweren Mineralen oder relativ seltenen Mineralen mit geochemisch selteneren Elementen gekommen.

Aus mehreren magmatischen Kristallisationsstadien kommen als Silberquelle für die Prägung der Prager Groschen nur Lagerstätten des hydrothermalen Stadiums im Temperaturbereich 400 - < 100 °C in Frage (Tab. 1).

Tabelle 1.: Hydrothermale Lagerstätten

hydrothermales Stadium	**Temperaturbereich (in °C)**
katathermal	400 - 300 °C
mesothermal	300 - 200 °C
epithermal	200 - 100 °C
(tele)thermales Stadium	< 100 °C

Der Übergang vom pneumatolytischen zum hydrothermalen Stadium ist sehr fließend, und physikalisch-chemisch gesehen bestehen keine Unterschiede zwischen der Lösungsfähigkeit einer überkritischen und einer unterkritischen Lösung. Die Unterschiede sind ausschließlich von Zustandsbedingungen der Temperatur, Druck und Konzentration abhängig, denen das betreffende System unterliegt.

Zum hydrothermalen Stadium wird der Ausscheidungsbereich unterhalb der kritischen Temperatur des Wassers - zwischen 400 und 350 °C - bis hinunter zu seinem Siedepunkt 100 °C gerechnet. Die Substanz der hydrothermalen Lösungen (Hydrothermen) befindet sich im ionaren Zustand oder in komplexer Form gelöst, im niedriggradigen epithermalen Bereich auch in kolloidaler Form als Sol.

Die Abscheidung einer bestimmten hydrothermalen Paragenese endet an Diskontinuitäten sehr unterschiedlichen Ausmaßes, wie Wechsel der stofflichen Zusammensetzung der Hydrotherme oder der Druck-, Temperatur-, Konzentrationen- und pH-Bedingungen.

Die Abgrenzung zwischen zwei verschiedenen hydrothermalen Mineralparagenesen resultiert aus dem Ergebnis der o. g. Diskontinuitäten - die neue Paragenese formiert sich unter anderen Bedingungen als die nächstältere (Tab. 2).

Tabelle 2: Hydrothermale Paragenesen der magmatisch – plutonischen Abfolge im Temperaturbereich 400 - < 100 °C

Paragenesen	
Hydrothermale Paragenesen 400 - < 100 °C	Sb-Hg-Paragenese Ag-Co-Ni-Bi-U-Paragenese U-(Fe-Se)-Paragenese Pb-Ag-Zn(Cu)-Paragenese Cu-(Fe-As)-Paragenese Au-Ag-Paragenese

Es entstehen kompakte Mineralaggregate bzw. Erze, die sich in Spalten ausscheiden.

Für die Herkunft der Metallgehalte in Hydrothermen gibt es sichere Hinweise, die beweisen, dass Metallgehalte von bislang rein magmatogen angesehenen Lagerstätten durch Wechselwirkungen von hydrothermalen Lösungen mit dem Nachbargestein aus Spurengehalten, z.B. von Feldspäten (Pb) oder Biotit (Zn, Cu), mobilisiert sein können. Der Zusammenhang der hydrothermalen Bildungen mit magmatischen Vorgängen ist in der Natur nicht immer erkennbar.

Das gilt besonders für die epithermalen Bildungen. Dort, wo die Herkunft erkennbar ist, unterscheiden wir plutonische, subvulkanische und untergeordnet auch vulkanische hydrothermale Lagerstätten. Die durchschnittliche Bildungstiefe der plutonischen hydrothermalen Abfolge (Stadium) wird auf 0,5 km bis 3 km, bei typisch subvulkanischer Abfolge auf 0,3 km bis 1 km Tiefe geschätzt.

Bei zonaler Anordnung höher- bis niedrigthermaler Erzparagenesen um einen granitischen Intrusivkörper ist die magmagebundene Abkunft der Lagerstätten meistens zweifelsfrei.

Die Erze sind in Spalten und tektonischen Ruschelzonen zu finden. Die steilstehenden Spalten sind häufig die Aufstiegswege der Hydrothermen. Für beide folgende Formen spielt die Beschaffenheit des Nebengesteins eine entscheidende Rolle.

Von den Bergleuten werden die Erzgänge, mit gewinnbaren Metallen, als Erzmittel bezeichnet. Die nicht opaken Begleitminerale werden als Gangart oder taube Mittel bezeichnet (z.B. Quarz, Calcit, Dolomit usw.).

Die Ausscheidung der Mineralien in Gängen erfolgt gleichzeitig mit den tektonischen Öffnungsbewegungen und Aufreißen der Spalten. Wir sprechen von Mineralparagenesen in einem Gang („Gangformation“), in der Praxis als primäre Teufungsunterschiede bezeichnet.

2.2 Die (möglichen) Silberquellen der Prager Groschen

2.2.1 Pb-Ag-Zn-(Cu) -mesothermale Lagerstätten (300 bis 200 °C)

Sie sind die verbreitesten Erzgänge überhaupt. Es handelt sich um echte Spaltengänge, die im Nebengestein nicht weit von kuppelförmigen Aufwölbungen saurer Plutone entfernt sind. Die Mineralparagenesen Pb-Ag-Zn-(Cu) sind als mesothermal (300 bis 200 °C) einzustufen.

Stofflich sind für diese Paragenesen neben den Hauptelementen (Pb, Zn, Ag) noch wechselnde Gehalte an Fe (Pyrit, Pyrrhotin, Markasit), As (Arsenopyrit, Tennantit), Cu (Chalkopyrit, Tetraedrit), Sn (Stannin) und Sb (Silbersulfantimonide) charakteristisch.

Als Gangarten treten in den katathermalen Abfolgen Quarz und in den meso- bis epithermalen Abfolgen Kalkspäte, Fluorit und Baryt auf (BAUMANN & LEEDER 1991).

Entsprechend der temperaturabhängingen Ausscheidungsfolge lässt sich die Pb-Ag-Zn-(Cu)-Paragenese in mehrere Teilparagenesen untergliedern:
- „Kiesige" Folge mit Pyrit, Pyrrhotin, Arsenopyrit
- Sphalerit-Chalkopyrit-Folge mit Stannin und Tetraedrit
- Galenit-Folge mit Schapbachit
- Silber-Antimon-Folge mit Freibergit, Spießglanz, Silbersulfantimonide und ged. Silber.

Aufgrund der engen räumlichen Beziehungen sind diese Teilparagenesen häufig miteinander verwachsen (z.B. Pyrit, Tetraedrit und Sphalerit in Verwachsung mit Quarz, oder in der Freiberger Bleierzformation Verwachsungen von Freibergit und Pyrargyrit, beide mit Galenit-Einschlüssen).

Die Gewinnung von Silber ist sehr eng mit der Metallurgie des Bleis verbunden.

Der Galenit PbS (Bleiglanz) ist, auf Grund seiner Verbreitung, der wichtigste Silberträger in Lagerstätten der hydrothermalen Paragenesen (siehe weiter unten).

Wichtigste Mineralien

Pyrit - FeS_2 - oft silberreich, der „goldreiche" Pyrit ist sehr häufig durch jüngere Ag- bzw. Au-Mineralverwachsungen auf Klüften und Korngrenzen entstanden

Arsenopyrit, Arsenkies - FeAsS - oft entsteht jüngere „Versilberung" durch Verdrängung von Freibergit und Miargyrit

Sphalerit, Zinkblende - ZnS - charakteristisch sind mannigfaltige Entmischungen (Hochtemperatur-Sphaleritgitter) von Fremdsubstanzen eingebaut, die bei sinkender Temperatur als Cubanit, Valleriit oder als Stannin-Entmischungen ausgeschieden werden; der Silbergehalt ist in allen Fällen nur relativ gering; häufig mit Cadmium und Spurenelementen Gallium, Indium, Thallium und Germanium

Chalkopyrit, Kupferkies - $CuFeS_2$ - oft mit anderen Cu-Mineralen wie z.B. Tetraedrit, Bornit oder Chalkosin, leitet zur „Kupferparagenese" über

Galenit, Bleiglanz - PbS - häufig silberhaltig mit 0,01-0,3 % Ag, stellenweise mit fast 1 % Ag; die Silberträger, edle Silberminerale wie z.B. Freibergit, Pyrargyrit, Proustit, Polybasit, Argentit, Stephanit usw. sind als Einschlüsse, mechanisch oder als Entmischungslamellen, im Bleigitter eingelagert

Pyrargyrit – Ag_3SbS_3 - nach dem Freibergit das wichtigsten Silbermineral der „Silberparagenese", genetisch älter als die anderen Ag-Minerale, bildet myrmekitische Verwachsungen in Galenit und in ged. Silber, manchmal konzentrierte Verwachsungen mit zunehmendem Ag-Gehalt (Miargyrit), Polybasit usw.

Ged. Silber - Ag - verdrängt Sulfide und Silbersulfantimonide in der Zementationszone und bildet feine Kluftfüllungen auf Korngrenzen und Spaltrissen der älteren Sulfide und Silbersulfantimonide

Pyrrhotin - FeS - wird sehr häufig in Pyrit-Markasit-Aggregate umgewandelt

Tetraedrit - $Cu_3 SbS_3$ - nach Freibergit wichtigstes Silbererz, sehr viele Verwachsungen mit Jamesonit, Pyrargyrit und anderen Silbermineralen (z.B. „lichtes Weißgültigerz", Schapbachit $AgBiS_2$)

Argentit - Ag_2S - in myrmekitischen Verwachsungen mit Polybasit, Freibergit und Pyrargyrit und als Einschlüsse im Galenit

Bournonit - $CuPbSbS_3$ - im Galenit als rundliche Einschlüsse, bei Pb-Zunahme der Verdrängungsfolge Tetraedrit- Bournonit-Jamesonit-Boulangerit-Galenit

Stephanit - $Ag_5 SbS_4$ - verdrängt Freibergit und Pyrargyrit und wird selbst von Polybasit, Dyskrasit und ged. Silber korrodiert

Als weitere Hauptminerale sind z. B. Quarz SiO_2, Fluorit CaF_2, Kalkspat $CaCO_3$ und Baryt $BaSO_4$ vorhanden.

Lagerstättenbeispiele

Typische, hervorragend untersuchte Beispiele von Ganglagerstätten dieser Art sind der Lagerstättenbezirk von Freiberg/Sachsen am Nordrand des sächsischen Erzgebirges (BAUMANN & LEEDER 1991; SCHNEIDERHÖHN 1949) und die mittelböhmischen Lagerstättenbezirke von Kuttenberg/Kutná Hora, Iglau/Jihlava und Přibram in der Tschechischen Republik (BERNARD & POUBA 1986).

2.2.2 Ag-Co-Ni-Bi-U -epithermale bis telethermale Lagerstätten (200 bis < 100 °C)

Strukturell treten Ag-Co-Ni-Bi-U-Paragenesen nur in Klüften und Gängen auf, die Mächtigkeit kann wenige Zentimeter bis einige Meter betragen.

Die Vererzung in dieser Formation erfolgt meist in einfachen, scharf begrenzten Spaltgängen. Imprägnations-Lagerstätten sind sehr selten, Verdrängungslagerstätten fehlen ganz. Der Mineralinhalt dieser Gänge ist relativ artenreich und wird als epithermal (200-100 °C) eingestuft (BAUMANN & LEEDER 1991).

Im 14. bis 16. Jahrhundert waren diese Lagerstätten die wichtigsten Münzsilber-Lieferanten.

Die Lagerstätten der Ag-Co-Ni-Bi-U-Paragenesen sind das Produkt komplexer hydrothermaler Lösungen. Innerhalb des postmagmatischen Ausscheidungszyklus treten die Paragenesen als Spätausscheidungen auf.

Infolge des As-Reichtums in den Lösungen und dessen großer Affinität zu den Ferriden, insbesondere zu Ni und Co, kommt es bevorzugt zur Ausbildung arsenidischer Ni-Co-Fe-Paragenesen.

Silber und Wismut werden aufgrund ihrer geringen As-Affinität als gediegene Metalle ausgeschieden. Der Metalltransport erfolgte wahrscheinlich in Form von leichtlöslichen Komplexen, wobei die Ausscheidung jedoch z.T. in Form von Koagulaten stattfindet. Die gediegenen Metalle bilden dann innerhalb der Koagulate Kristallskelette, die bei gediegenem Ag von den Ni-Mineralen und bei gediegenem Bi von den Co-Mineralen umhüllt werden.

Charakteristisch für diese Lagerstätten sind neben den Hauptelementen Bi, Ag, Co, Ni und Fe noch wechselnde Gehalte an U, Cu, Zn, Pb und Sb. Als Gangarten treten Quarz-Hornstein, Baryt, Fluorit und Karbonate auf.

Entsprechend der Ausscheidungsfolge lassen sich noch zwei Teilparagenesen untergliedern:

- arsenidische Abfolge mit gediegenem Ag und Ni-Arseniden, gediegenem Bi und Co-Arseniden und Uranpechblende
- Silber-Sulfid-Abfolge mit Polymetallsulfiden und Silbersulfatarseniden

Wichtigste Mineralien

Ged. Silber - Ag - das wichtigste gediegene Metall der Paragenese; erscheint sowohl als ältere als auch als jüngere Ausscheidungsskelette innerhalb der umkrustenden Arsenide, als Trümchen in Arseniden und Karbonspäten und als jüngste Ausscheidung mit den Sulfiden und Silbersulfatarseniden

Ged. Wismut - Bi - wird von Co-Ni-Arseniden umhüllt und bildet außerdem auch jüngere, allotriomorphe Körner und Zwickelfüllungen (Umwandlungsbildung bis 75 °C)

Skutterudit - $(Co,Ni)As_3$ - charakteristisch sind chemische Unterschiede im bändigen Zonenbau; manchmal durch Sulfidzufuhr als rundliche Umbildungen in Pyrit, Markasit und Bravoit

Nickelin - NiAs - Mischkristalle mit NiSb (Arit), bei niedrigen Temperaturen erscheinen beide Komponenten nebeneinander

Ged. Arsen - As - bildet oft die Endausscheidung der Arsenide; manchmal als kompakte, polygonal feinkörnige Aggregate; Verwachsungen und Verdrängungen durch jüngere Sulfide und Silberminerale

Begleitminerale sind Uranpechblende, Löllingit, Gersdorffit, Cobaltin, Breithauptit, Rammelsbergit, Safflorit, Maucherit, Proustit-Pyrargyrit, Baryt, Fluorit, Quarz.

Lagerstättenbeispiele

Hierher gehören die klassischen Lagerstätten im westlichen Erzgebirge wie z.B. Schneeberg, Johanngeorgenstadt, Annaberg, Marienberg, St. Joachimsthal (SCHNEIDERHÖHN 1949), Wolkenstein, „Am Kremsiger" (HAIDMANN 2000 & 2002) usw. Sie galten im 14. bis 16. Jh. als besonders reiche Silbergruben mit z.T. ungewöhnlich großen Einzelfunden.

Danach begann im 17. und 18. Jahrhundert eine Co-Periode, die die Lagerstätten weltberühmt machte. Im 18. Jh. wurden auch Wismut-Erze abgebaut.

Die Ag-Co-Ni-Bi-U-Paragenese ist häufig verwachsen mit hydrothermalen Pb-Ag-Zn-(Cu)- und hydrothermalen U-(Fe-Se)-Paragenesen sowie mit intramagmatischen Ni-Pyrrhotin-Chalkopyrit- und Illmenit-Magnetit- Paragenesen.

3 Aufbereitungstechnik und Verhüttung der Silbererze

Bei der Verhüttung dieser Erze sind die vergleichsweise geringen Bindungsenergien des Silbers zu seinen Begleitelementen von Vorteil. Die Reduktion zum Ag-Metall (Schmelzpunkt 960 °C) gelingt durchaus im Einstufenprozess.

Beim Abbau gelangte nicht nur reines Erz, sondern auch taubes Gestein an die Oberfläche. Beides musste erst von einander getrennt werden. Das Material wurde gewaschen und sortiert.

In den Aufbereitungsanlagen wurde das zerkleinerte Erz zur Verarbeitung in den Hütten vorbereitet (GOLDENBERG 1990).

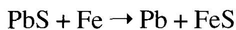
Gewinnung und Verhüttung der Silbererze

Blei besitzt die Eigenschaft, als Sammler für Edelmetalle wie Silber und Gold zu wirken. Zunächst gilt es, aus dem sufidischen Erz metallisches Blei zu schmelzen. Aus diesem „Werkblei" kann in einem zweiten Schritt, dem „Kupellationsprozess", das Silber gewonnen werden.

Für die Gewinnung von Blei aus sulfidischen Erzen (Galenit PbS) kommen drei Verfahren in Betracht:

– Niederschlagsarbeit

Dem sulfidischen Erz werden gemäß nachstehender Gleichung

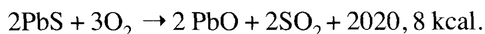


$$PbS + Fe \rightarrow Pb + FeS$$

eisenreiche Zuschläge beigegeben, um bei hohen Temperaturen mehr oder weniger vollständig das Bleisulfid in metallisches Blei überzuführen. Bei dieser Methode ist mit einem hohen Brennstoffbedarf und mit relativ hohen Metallverlusten zu rechnen, weil sich gleichzeitig ein „Stein" (Metallsulfide von Fe und Pb) bildet und das Blei und auch die Edelmetalle abwandern.

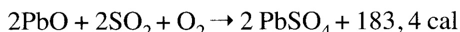
– Röstreaktionsverfahren

Bleisulfid wird in einem Röstvorgang unter Luftzufuhr zu Bleioxid – so genannte Bleiglätte – umgewandelt:



$$2PbS + 3O_2 \rightarrow 2\,PbO + 2SO_2 + 2020,8\ kcal.$$

Die Bleiglätte reagiert mit dem Röstgas (SO_2) weiter zu Bleisulfat



$$2PbO + 2SO_2 + O_2 \rightarrow 2\,PbSO_4 + 183,4\ cal$$

Sowohl die Bleiglätte als auch das Bleisulfat reagieren mit noch unzersetztem Bleisulfid zu metallischem Blei



$$2\,PbO + PbS \rightarrow 3\,Pb + SO_2 + 55,6\ cal$$

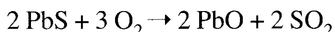


$$PbSO_4 + PbS \rightarrow 2\,Pb + 2SO_2 + 94,4\ cal$$

Der Vorteil dieses Verfahrens liegt in der Möglichkeit, in einem Arbeitsgang metallisches Blei zu gewinnen. Der Brennstoffaufwand ist relativ gering, da die Röstreaktion Energie liefert. Die Abtrennung des Bleis kann bei reinen Bleisulfid-Erzen schon bei relativ niedrigen Temperaturen (800 bis 900 °C) im Holzfeuer erfolgen.

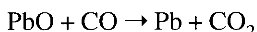
– Röstreduktionsverfahren

Dieses Verfahren überführt die Bleierze zunächst über die Abröstung möglichst vollständig in Bleiglätte



$$2\,PbS + 3\,O_2 \rightarrow 2\,PbO + 2\,SO_2$$

Im Anschluss daran wird die Bleiglätte mit Kohlenstoff zum metallischen Blei reduziert



$$PbO + CO \rightarrow Pb + CO_2$$

Selbstverständlich müssen die begleitenden Gemengteile (Quarz, Schwerspat und andere Metallverbindungen) vor Gewinnung des Bleis abgetrennt werden.

Dies geschieht wiederum über die Bildung einer Schlacke und erfordert entsprechende Zuschläge und hohe Temperaturen. Bei der Verhüttung von Mischerzen, wie sie in den Pb-Ag-Zn(Cu)- oder Ag-Co-Ni-Bi-U-Lagerstätten zumeist angetroffen werden (sulfidische Pb-, Cu-, Zn-, Fe-, Sb-, Bi-, Co- und Ni-Erze) bildet sich neben Schlacke noch „Stein", der aus verschiedenen Metallsulfid-Phasen besteht. Dieser „Stein" kann entweder nach Abrösten in einem neuen Verhüttungsdurchgang als Zuschlag zugeführt werden oder, wenn er Cu-reich ist, in einem getrennten Verhüttungsvorgang auf Kupfer verschmolzen werden.

Sind am Aufbau des Ausgangserzes auch Antimon - und Arsenerze beteiligt, bildet sich aus diesen zusätzlich eine „Speise" (As-Sb-Verbindungen).

Das gewonnene Werkblei enthält die im Ausgangserz vorhandenen Edelmetalle (Silber und eventuell Gold) sowie einen Restgehalt an anderen Verunreinigungen.

Die Gewinnung des Silbers erfolgt im Anschluss an die Bleigewinnung. Bei etwa 900 °C wird in speziellen Tiegeln (aus Knochenasche) Luft auf die Oberfläche des geschmolzenen Bleis geblasen. Diese wird zu „Bleiglätte" oxidiert, sukzessiv abgestrichen („Abtreibearbeit"), während das Edelmetall in der Schmelze verbleibt. Dieser Vorgang wird so lange durchgeführt, bis das gesamte Blei samt seiner Verunreinigungen als „Bleiglätte" entfernt worden ist; im Tiegel erscheint das metallische Silber, „Silberblick" genannt (GOLDENBERG 1990).

4 Der Prager Groschen – ein historischer Exkurs

Mitte des 13. Jahrhunderts stiegen in Böhmen die Ansprüche an die Tauschmittel im Handelsverkehr und verlangten konsequenterweise grundsätzliche Neuregelungen im Bereich des Münzwesens. Trotz der Münzreform im Jahre 1260 reichte die Menge von umlaufenden Denaren nicht aus, Silber wurde in ungemünzter Form wieder zum Zahlungsmittel. Ferner flossen auch große Mengen Silber im Rahmen des Handels nach Italien und in die westeuropäischen Länder ab. Am Ende des 13. Jahrhunderts hat sich die Lage im Finanzwesen der böhmischen Länder zugespitzt, es drohte ein faktischer Zusammenbruch des Währungssystems. Eine Wende wurde erst möglich, als die sehr reichen Silbererzlagerstätten bei Kuttenberg/Kutná Hora entdeckt wurden und der Abbau begann. Einer mit diesem Silberreichtum verbundenen Reform des Währungswesens verdankt der Prager Groschen seine Entstehung.

Das Bildfeld der Vorderseite des Prager Groschens zeigt die böhmische Königskrone und in innerer Beschriftung steht der Name der jeweiligen Könige, z.B. „WENCEZLAVS SEKUNDVS", oder „IOHANNES PRIMUS" usw. In äußerer Beschriftung steht „REX BOEMIE DEI GRATIA" (Böhmischer König von Gottes Gnade).

Das Bildfeld der Kehrseite zeigt einen heraldisch dargestellten böhmischen Löwen mit Schwanz, im oberen Teil in Form doppelter Schwanzspitzen und im unteren Teil in Form einer Schwanzschleife. Auf dem Löwenkopf sitzt eine Krone, am Hals des Löwen eine Mähne. In äußerer Beschriftung steht „GROSSI PRAGENSES" - Prager Groschen (CASTELIN 1958). Das Bildfeld auf der Vorderseite- und Kehrseite der Prager Groschen hatte sich in allen Prägejahren fast nicht verändert (Abbildung 1).



Abbildung 1: Prager Groschen IOHANNES PRIMUS, Vorder- und Rückseite

An Stelle des freien Silberhandels wurde ein pflichtiger Silberwechsel für die Prägung der Prager Groschen eingeführt (Prager Groschen hatten ein Gewicht von 3,95 g, was 1/16 der Mark und 0,932-0,933 puren Silbers entspricht). Aus einer Mark wurden 66 Prager Groschen geprägt.

Bald nach Einführung des Prager Groschens wurden ähnliche Silbermünzen in anderen Teilen Mitteleuropas eingeführt. Ein gutes Beispiel dafür sind die seit 1338 vom Markgrafen Friedrich II. (1323-1349) geprägten Meißner Groschen (in Freiberg).

Einen Überblick über die Zeit und Prägungsdauer der Prager Groschen (PETRÁŇ & RADOMĚŘICKÝ 1996) gibt uns die nachstehende Tabelle 3.

Tabelle 3: Geschichte der Prägung des Prager Groschens

1300 - 1305 König Wenzel II.	trotz kurzer Prägezeit viele PG geprägt; PG-Qualität: Gewicht 3,95 g und 0,932-0,0933 Ag-Feinheit
1305 - 1310 Drei „Interims Herrscher“	es wurden nur begrenzt PG geprägt (mit dem Namen Wenzel III); Gewicht und Qualität unbekannt, da keine Funde
1310 - 1346 Johann von Luxemburg	es wurden sehr viele PG geprägt, aber von geringerer Qualität: Gewicht 3,95 g und 0,930-0,883 Ag-Feinheit
1346 - 1378 Karl IV.	es wurden sehr viele PG geprägt, mit noch geringerer Qualität: Gewicht 2,75-3,40 g und 0,750-0,840 Ag-Feinheit
1378 - 1419 Wenzel IV.	PG wurden nur ganz kurz geprägt; die Qualität hat noch stärker abgenommen: Gewicht 2,70-2,90 g und 0,610-0,0630 Ag-Feinheit
1419 - 1434	Hussitenkriege, es wurden keine PG geprägt
1439 - 1452	Zeit ohne staatliche Führung, keine PG Prägung
1453 - 1457 Ladislav Pohrobek	nur selten wurden die PG wieder geprägt
1458 - 1471 Jiří v. Poděbrad	es wurden PG geprägt; PG-Qualität: Gewicht 2,70 g und 0,564- 0,581 Ag-Feinheit
1471-1516 Vladislav II. Jagelloner	PG-Qualität: Gewicht 2,67-2,73 g und 0,563 Ag-Feinheit
1516-1526 Ludwig I. Jagelloner	es wurden PG in der Kuttenberger Münze geprägt, Gewicht 2,76-2, 93 g, und in der Joachimsthaler Münzstätte, Gewicht 2,40-2,98 g; beide von 0,562 Ag-Feinheit
1526 - 1564 Ferdinand I.	bis 1547 wurden die letzten PG geprägt, ab 1533 mit Prägungsjahr; die PG wurden in der Münze Kuttenberg in den Jahren 1535, 1539, 1542, in der Münze Prag im Jahr 1544 und in den Jahren 1527-1529 und 1543-1544 in der Münze St. Joachimsthal geprägt

Die Prägung der Prager Groschen wurde Ende des Jahres 1547 eingestellt.

Aus Tabelle 3 wurde die folgende Abbildung 2 abgeleitet.

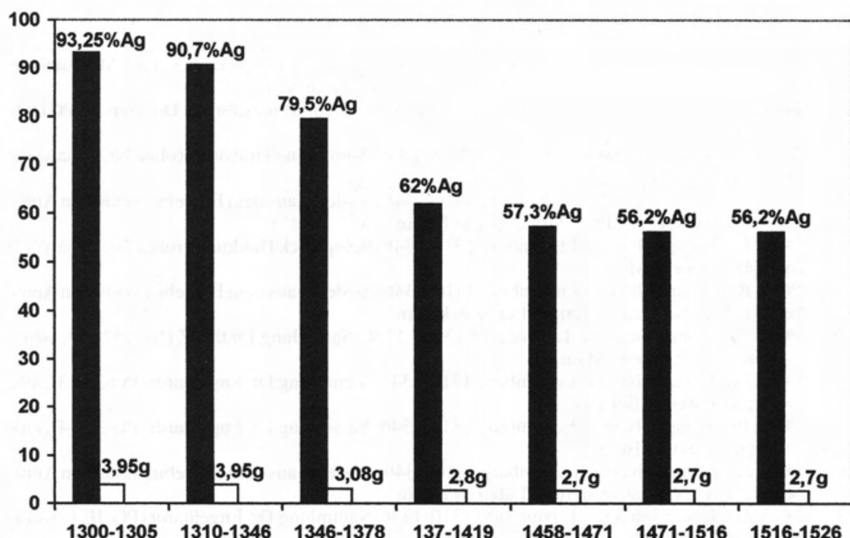


Abbildung 2: Ag-Gehalt (in Gew. %) und Gewicht (in g) der Prager Groschen in den Jahren 1300 bis 1526

5 Geochemische Untersuchungen

5.1 Das Probenmaterial

Um die Herkunft des Silbers des Prager Groschens zu klären, wurden umfängliche makroskopische und chemische Untersuchungen durchgeführt. Die Laborarbeiten fanden in Berlin (Institut für Umwelttechnologien) und in Mainz (Institut für Geowissenschaften der Universität) statt.

Die nummerierten Münzenproben sowie Angaben über Herkunft der Münzen und analysierende Laboratorien sind in der nachstehenden Tabelle 4 dokumentiert.

Die makroskopisch untersuchten silbernen Prager Groschen zeigen nach 600 Jahren, je nachdem, ob sie aus Wohnräumen, aus dem Freien oder aus „Schatzfunden“ kommen, deutliche Wirkung von Schwefel und Bildung von Silbersulfid Ag_2S und teilweise auch eine gelb-graue Schicht von Silberchlorid, so genanntes Hornsilber.

Bei den Proben Nr. 1 und 3 handelte es sich um numismatisch wertvolle Silbermünzen (Privatsammlung des Autors). Die Probe 5 (Belegstück Haidmann) und die Proben Nr. 7 und 14 bis 19 (private Sammlung Pinta, Tschechische Republik) sind Querausschnitt-Proben aus numismatisch wertlosen Münzen.

Tabelle 4: Herkunft der untersuchten Münzproben

1. PG o. Jh., König Wenzel II. 1278-1305, Sammlung Hrabánek, analysiert im EMS-Labor in Mainz (Durchschnittswert von 7 Münzen - Analysen, ohne Nr.)
2. PG o. Jh., König Wenzel II. 1278-1305, Ausleihe aus dem Münzkabinett Dresden (2. PGDD), analysiert im Labor in Berlin
3. PG o. Jh., König Johann v. Luxemburg 1310-1346, Sammlung Hrabánek (ohne Nr.), analysiert im EMS-Labor in Mainz
4. PG o. Jh., König Johann v. Luxemburg 1310-1346, Ausleihe aus dem Erzgebirgsmuseum Annaberg (3. PGANN), analysiert im Labor in Berlin
5. PG o. Jh., König Johann v. Luxemburg 1310-1346, Belegstück Haidmann (ohne Nr.), analysiert im EMS-Labor in Mainz
6. PG o. Jh., König Johann v. Luxemburg 1310-1346, Ausleihe aus dem Erzgebirgsmuseum Annaberg (1. PGANN), analysiert im Labor in Berlin
7. PG o. Jh., König Johann v. Luxemburg 1310 - 1346, Sammlung Pinta/CZ (Nr. 1571/1), analysiert im EMS-Labor in Mainz
8. PG o. Jh., König Johann v. Luxemburg 1310-1346, Sammlung Dr. Engelhardt (PG-JE 13), analysiert im Labor in Berlin
9. PG o. Jh., König Johann v. Luxemburg 1310-1346, Sammlung Dr. Engelhardt (PG-JE 14), analysiert im Labor in Berlin
10. PG o. Jh., König Johann v. Luxemburg 1310-1346, Ausleihe aus dem Erzgebirgsmuseum Annaberg (2. PGANN), analysiert im Labor in Berlin
11. PG o. Jh., König Johann v. Luxemburg 1310-1346, Sammlung Dr. Engelhardt (PG-JE 12), analysiert im Labor in Berlin
12. PG o. Jh., König Johann v. Luxemburg 1310-1346, Sammlung Hrabánek (PGHR-JOR), analysiert im Labor in Berlin
13. PG o. Jh., Kaiser Karl IV. 1346-1378, Ausleihe aus Münzkabinett Dresden (3. PGDD), analysiert im Labor in Berlin
14. PG o. Jh., Kaiser Karl IV. 1346-1348, Sammlung Pinta/CZ (Nr. 857), analysiert im EMS-Labor in Mainz
15. PG o. Jh., Kaiser Karl IV. 1346-1348, Sammlung Pinta/CZ (Nr. 1140), analysiert im EMS-Labor in Mainz
16. PG o. Jh., Kaiser Karl IV. 1350-1358, Sammlung Pinta/CZ (Nr. 858), analysiert im EMS-Labor in Mainz
17. PG o. Jh., Kaiser Karl IV. 1358- 370, Sammlung Pinta/CZ (Nr. 1572/2), analysiert im EMS-Labor in Mainz
18. PG o. Jh., Kaiser Karl IV. 1370-1378, Sammlung Pinta/CZ (Nr. 860), analysiert im EMS-Labor in Mainz
19. PG o. Jh., Kaiser Karl IV. 1370-1378, Sammlung Pinta/CZ (Nr. 859), analysiert im EMS-Labor in Mainz
20. PG o. Jh., Kaiser Karl IV. 1346-1378, Sammlung Dr. Engelhardt (PG-JE 15), analysiert im Labor in Berlin
21. PG o. Jh., König Wenzel IV. 1378-1419, Sammlung Dr. Engelhardt (PG-JE 19), analysiert im Labor in Berlin
22. PG o. Jh., König Wenzel IV. 1378-1419, Sammlung Dr. Engelhardt (PG-JE 18), analysiert im Labor in Berlin
23. PG o. Jh., König Wenzel IV. 1378-1419, Sammlung Dr. Engelhardt (PG-JE 16), analysiert im Labor in Berlin
24. PG o. Jh., König Wenzel IV. 1378-1419, Sammlung Dr. Engelhardt (ohne Nr.), analysiert im Labor in Berlin
25. PG o. Jh., König Wenzel IV. 1378-1419, Sammlung Dr. Engelhardt (PG-JE 17), analysiert im Labor in Berlin

(Die Proben Nr. 8, 9, 11 und 20 bis 25 sind Münzen aus privater Sammlung von Dr.Engelhardt und die Analysen wurden für diese Publikation von Dr. Engelhardt freundlicherweise zur Verfügung gestellt).

5.2 Untersuchungsmethodik

Die Prager Groschenproben Nr. 2, 4, 6, 8 bis 13 und Nr. 20 bis 25 wurden am Institut für Umwelttechnologien, Berlin-Adlershof, und die Prager Groschenproben Nr. 1, 3, 5, 7 sowie die Proben Nr. 14. bis 19 am Institut für Geowissenschaften der Johannes Gutenberg Universität Mainz zerstörungsfrei analysiert.

Die Untersuchung der Silbermünzen Nr. 2, 4, 6, 8 bis 13 und 20 bis 25 wurde mittels der Kombination von Totalreflexionsfluoreszenz-Analyse (TXRF) und Röntgenfluoreszenz-Analyse (XRF) am Institut für Umwelttechnologien in Berlin-Adlershof (Dr. J. Engelhardt) durchgeführt, wobei zwischen beiden Methoden ein fließender Übergang besteht.

Das Hauptelement Silber der Münzen wurde analog zu KLOCKENKÄMPER & HASLER (1978) unter Einbeziehung von externen Standards bestimmt. Um den Einfluss der geprägten Münzoberflächen auf das Analysenergebnis zu minimieren, sind als externe Standards moderne Silbermünzen des 19. und 20. Jahrhunderts verwendet worden, deren Zusammensetzung in der Literatur weitgehend bekannt ist (SCHÖN 1994).

An der Johannes Gutenberg Universität Mainz, Institut für Geowissenschaften-Mineralogie, wurden die Proben Nr. 1 (Prager Groschen des Königs Wenzel II.), die Nr. 3, 5 und Nr. 7 (Prager Groschen des Königs Johann von Luxemburg) und die Proben Nr. 14 bis Nr. 19 (Prager Groschen des Kaisers Karl IV.) mit der Elektronenstrahl–Mikrosonde (EMS) JEOL JXA 8900 RL, Hochspannung von 20 kV, Strahlstrom 20 nA, ZAF-Korrektur und mit WDS-Channel-Wellenlängen (Dispersivenspektrometer) analysiert. An unterschiedlichen Stellen der Vorderseite und der Kehrseite dieser Münzen wurden jeweils 10 Messungen durchgeführt (Analysenzeit 30-60 s, Untergrundzeit 10-30 s).

Als EMS-Standards wurden AgLa (Ag_2Te), AsLa (GaAs), AuMa (Au), PbMa (PbS), BiMa ($Bi_{12}GeO_{20}$), SnLa (SnO_2), NiKa (NiO), CoKa (Co), ZnKa (ZnS) CuKa (Cu) und AlKa (Al_2O_3) verwendet.

5.3 Ergebnisse

5.3.1 Berliner Untersuchungen

Zinn konnte in keiner der Münzen nachgewiesen werden (Nachweisgrenze 0,001 %). Die anderen Elemente der Münzen - Co, Ni, Pb, Hg, Zn, Au und Bi – sind relativ zum Ag-Gehalt gesondert bestimmt worden, es konnten im Wesentlichen nur Ni, Pb, Hg, Au und Bi nachgewiesen werden.

Als Analysenergebnisse der einzelnen Münzen sind die Mittelwerte für die Bestimmung der Zusammensetzung der jeweiligen Vorder- und Kehrseite in Tabelle 5 angegeben.

Tabelle 5: Ergebnisse der chemischen Analyse der Prager Groschen (in Gew. %)

Nr.	Ag	Cu	Pb	Bi	Au	Hg	Ni	Co	Fe	As	Zn	Al	Si	Ti
1.	93,8	5,42	.41	-	.005	-	<.01	-	.08	-	-	.60	.08	Sp.
2.	93,0	5,88	.65	<.01	.18	.20	<.01	-	-	-	-	-	-	-
3.	93,8	5,52	.45	-	-	-	Sp.	-	.08	-	-	.08	.08	Sp.
4.	91	5,50	.50	.002	.01	.01	.002	-	-	-	-	-	-	-
5.	90,6	6,70	2,46	-	.23	-	.01	.02	-	.01	-	.03	-	-
6.	90,0	2,35	.44	.002	.01	.005	.002	-	-	-	-	-	-	-
7.	89,1	10,6	.15	-	.10	.20	-	-	-	-	-	-	-	-
8.	86,1	11,8	1,63	<.03	.09	.11	<.02	<.03	.24	<.01	.06	-	-	-
9.	86,0	9,80	3,08	.05	.32	.60	<.01	<.01	.08	.007	.05	-	-	-
10.	85,0	6,95	1,44	.03	.09	.01	.002	-	-	-	-	-	-	-
11.	84,3	13,3	1,43	.10	.20	.42	-	<.01	.15	<.05	.08	-	-	-
12.	84,2	11,5	3,83	.10	.15	<.05	<.04	<.04	.10	-	.06	-	-	-
13.	86,0	10,6	2,64	.44	.14	.06	Sp.	-	-	-	-	-	-	-
14.	85,1	12,4	2,40	.10	.18	.20	.08		.15					-
15.	84,7	12,0	2,40	.09	.07	.08	.03	-	.34	-	-	-	-	-
16.	85,0	13,3	2,30	.10	.16	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17.	84,1	11,7	2,94	.12	.20	.28	.15	-	051	-	-	-	-	-
18.	76,5	21,1	1,90	.10	.08	.15	.07	-	-	-	-	-	-	-
19.	76,2	21,1	2,10	.10	.16	.20	-	-	-	-	-	-	-	-
20.	80,4	16,0	2,22	.38	.20	<.1	<.04	<.05	.35	.12	<.05	-	-	-
21.	75,2	21,0	2,39	.73	.25	.31	<.08	<.09	<.1	<.04	.08	-	-	-
22.	72,1	16,3	10,1	.57	.21	.65	<.03	<.03	<.04	<.04	.07	-	-	-
23.	71,6	24,3	2,83	.25	.24	.57	<.04	<.05	.07	<-02	.10	-	-	-
24.	63,5	34,5	1,01	.83	.04	.05	-	.02	.06	-	-	-	-	-
25.	61,8	35,4	1,75	.21	.17	.24	<.01		.19	.02	.22			

Die Münzen Nr. 4 und 6 haben im Gegensatz zu anderen Münzen einen hohen Silbergehalt, der aus einer Anreicherung des Silbers an der Oberfläche herrührt (HALL 1961). Dieser hohe Silberwert wird durch die Abreicherung des Kupfers an der Oberfläche erzeugt, weil das effektive Probenvolumen, das mit der XRF für die Kupferbestimmung zur Verfügung steht, nur maximal 6μm beträgt.

Die Größe des Röntgenanregungsstrahles ist wesentlich größer als die Korngrenze der Legierung, so dass die spezifischen Unterschiede, die sich für einzelne Körner ergeben können, nicht zum Tragen kommen.

Die Ergebnisse der Ag-Bestimmung sind in guter Übereinstimmung mit den damals üblichen lotigen Feinsilbergehalten (SUHLE 1975; FENGLER et al. 1976).

Das Bestimmungsverfahren wurde bei der Probe Nr. 12 etwas geändert, damit der Oberflächen-Anreicherungseffekt, der in den Proben 4 und 6 aller Wahrscheinlichkeit nach zu hohe Silbergehalte geliefert hätte, deutlich in seiner Wirkung reduziert werden konnte.

Die Analyse der Silbermünze Nr. 12 wurde mittels der Kombination von TXRF und XRF durchgeführt. Das Hauptelement Ag der Münze wurde getrennt und als absoluter Wert bestimmt (XRF). Die restlichen Elemente sind relativ zum Silber berechnet, so dass sich die Summe 100 % für jede getrennte Analyse ergibt.

Zinn und Arsen konnten wiederum nicht nachgewiesen werden (Nachweisgrenze 0,001%).

Zum Vergleich der Münzen bezüglich des Bi-Gehaltes wurden die absoluten Werte nicht verglichen, die relativen Werte bezogen sich entweder auf den Cu- oder auf den Pb-Gehalt.

5.3.2 Mainzer Untersuchungen

Die durchschnittlichen Analysenergebnisse der Proben Nr. 1, 3, 5, 7 und Nr.14 bis 19 zeigt die Tabelle 5. Außerdem ist die Veränderung des Silbergehaltes über die Prägezeit dargestellt (siehe auch Abbildung 3).

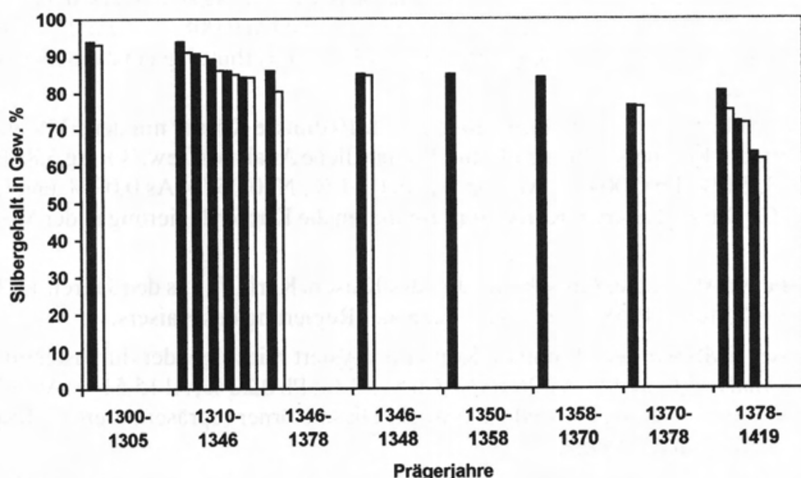


Abbildung 3: Veränderung des Silbergehaltes der Prager Groschen in den Prägejahren 1300 bis 1419

Zu Beginn der Prägung der Prager Groschen im Jahre 1300 und dann immer zu Beginn einer Thronbesteigung sind sehr hohe Silbergehalte und mäßige Kupfergehalte zu beobachten (z.B. in den Jahren 1310, 1346, 1378, 1419). Die später geprägten Prager Groschen zeigen eine deutliche Verminderung des Silbergehaltes und eine deutliche Zunahme des Kupfergehaltes.

Wichtige Aspekte für die Forschung an Prager Groschen haben die sog. Querausschnitt-Proben gebracht: Die Proben Nr. 7, 14 und Nr.19 wurden für die Prägungszeit zwischen den Jahren 1310-1378 repräsentativ gewählt und zeigen eine Senkung des Silbergehaltes und einen steigenden Kupfergehalt der Prager Groschen an. An jeder Querausschnitt-Probe (5 bis 10 mm lang und 1 mm breit) wurden an 20 Stellen analytische Messungen durchgeführt.

Probe Nr. 7: Prager Groschen o. Jh., des Königs Johann v. Luxemburg, geprägt zwischen 1310-1346 (Castelin 1958).

In der Silbermatrix der Münze sind eingeschlossene graue Cu-Ag-Al-Körner und schwarze Cu-reiche Körner sichtbar. Die Körnerelemente wurden nur qualitativ bestimmt.

Bei den Cu-Ag-Al-Körnern handelte es sich wahrscheinlich um Reste einer bei der Verhüttung entstandenen Si-Cu-Ag-Al-Schlacke. Cu-reiche Körner sind eine Kupferlegierung in der Münze.

Probe Nr. 14: Prager Groschen o. Jh., des Kaisers Karl IV. aus den Jahren 1346-1348 (CASTELIN 1958), geprägt am Anfang der Regierung des Kaisers.

In der Silbermatrix der Münze sind eingeschlossene hellgraue Ag-reiche und Al-Körner sichtbar. Mit der EMS wurden 10 diese Körner analysiert und das Ergebnis ist die folgende durchschnittliche Analyse (Gew. %): Ag 67,38 %; Cu 3,27 %; Pb 2,02 %; Al 27,0 %; Au 0,23 %; Ni 0,002 % und Co 0,008 %. Auch hier handelte es sich wahrscheinlich um Reste einer bei der Verhüttung entstandenen Si-Al-Schlacke.

In der Silbermatrix der Münze wurden auch 10 dunkle Körner mit der EMS analysiert; das Ergebnis ist folgende durchschnittliche Analyse (Gew. %): Ag 5,85 %; Cu 93, 54 %; Pb 0,004 %; Al 0,02 %; Au 0,31 %; Ni 0,05 %; As 0,09 % und Co 0,02 %. Die analysierten Körner repräsentieren die Kupfer-legierung in der Münze.

Probe Nr. 19: Prager Groschen o. Jh., des Kaisers Karl IV., aus den Jahren 1370-1378 (CASTELIN 1958), geprägt am Ende der Regierung des Kaisers.

Mit der EMS wurden 10 dunkle Körner analysiert mit folgender durchschnittlicher Analyse (Gew. %): Ag 26,63 %; Cu 57,41 %; Pb 0,20 %; Al 15,51 %; Au 0,24 %; Ni 0,01 %, As 0,25 % und Co 0,01 %. Diese Körner repräsentieren die Kupferlegierung in der Münze.

Um die Frage zu beantworten, ob außer dem Silber aus Kuttenberg/Kutná Hora (der Pb-Ag- Zn-(Cu)-Formation) auch das Silber der erzgebirgischen Lagerstätten (der Ag-Co-Ni-Bi-U-Formation) als Silberquelle für die Prägung der Prager Groschen in Frage käme, wurden zusätzlich im EMS-Labor in Mainz (außer in Berlin untersuchte WoBr Probe) folgende Proben analysiert:

AgI: gediegene Silberprobe aus Iglau-Sasov - die Probe wurde für diese Publikation von Dr. Malý, Direktor des Museums Vysočiny/Jihlava, Česká Republika, freundlicherweise zur Verfügung gestellt

FrBr: Ag-Brakteat o. Jh., 13. Jahrhundert aus Freiberg - Sammlung des Autors

WGHd: Ag-Weißer Groschen o. Jh., 1573-1576 in der Joachimsthaler Münzstätte geprägt - Belegstück Haidmann

WoBr: Wolkensteiner Brakteat o. Jh., die Analyse von Dr. P. Arnold, Direktor des Münzkabinetts in Dresden freundlicherweise zur Verfügung gestellt

AgK: gediegene Silberprobe aus Kuttenberg

Die Proben AgI, FrBr und AgK sind repräsentative Proben der mesothermalen Lagerstätten der Pb-Ag-Zn-(Cu)-Paragenese, die Proben WGHd und WoBr repräsentative Proben der epithermal bis telethermalen Lagerstätten der Ag-Co-Ni-Bi-U-Paragenese.

Die Analysenergebnisse der einzelnen Proben sind in Tabelle 6 angegeben.

Tabelle 6: Ergebnisse der chemischen Analyse unterschiedlicher Silberproben (in Gew. %)

Probe Nr.	Ag	Cu	Pb	Bi	Au	Ni	Co	Fe	As	Zn	Cl	Al	Sb
AgI-1	99,06	1,94	0,02	-	0,08	0,02	0,02	-	-	1,60	-	0,08	-
AgI-2	99,60	0,07	0,03	-	0,18	Sp.	-	-	0,02	-	-	0,01	-
AgI-3	99,56	0,13	-	-	0,19	-	0,02	-	0,01	-	-	0,10	-
AgI-4	99,48	0,11	Sp.	-	0,25	0,01	0,007	-	0,01	-	-	0,13	-
AgI-1-4 Ø	99,42	0,56	0,02	-	0,18	Sp.	Sp.	-	0,01	-	-	0,08	-
FrBr-1	96,81	2,53	0,32	0,08	0,18	0,001	0,04	-	0,001	-	-	0,03	-
FrBr-2	96,52	2,58	0,26	0,03	0,16	-	0,05	-	0,03	-	-	0,02	-
FrBr-3	96,83	2,60	0,23	0,10	0,18	-	0,03	-	-	-	-	0,03	-
FrBr-4	96,81	2,63	0,23	0,09	0,15	-	0,03	-	0,007	-	-	0,06	-
FrBr-5	96,88	2,63	0,23	0,02	0,16	0,02	0,02	-	0,03	-	-	0,02	-
FrBr 1-5 Ø	96,77	2,59	0,25	0,06	0,17	-	0,03	-	0,01	-	-	0,04	
WGHd	72,31	18,97	0,58	2,28	-	0,36	0,24	0,38	0,48	0,20	2,77	-	1,43

Probe Nr.	Ag	Cu	Pb	Bi	Au	Hg	Ni	Co	Mo	Al	Cl	Mg	Si
WoBr-1	70,21	1,53	4,03	4,58	2,44	4,08	0,62	0,60	-	-	8,44	-	2,42
WoBr-2	76,18	1,61	-	3,93	-	-	-	-	0,91	1,30	10,85	0,76	4,22
WoBr-3	70,03	2,26	-	5,23	-	-	-	-	2,74	1,92	8,20	0,77	0,77
WoBr 1-3 Ø	72,14	1,80	1,34	4,83	0,81	1,36	0,21	0,20	1,85	1,60	9,16	0,76	4,80
AgK-1	99,74	0,05	-	-	0,15	-	0,02	-	-	-	-	0,03	-
AgK-2	99,62	0,13	-	-	0,16	Sp.	0,003	-	0,04	-	-	0,03	-
AgK-3	99,50	0,17	0,02	-	0,21	-	0,03	-	0,03	-	-	0,03	-
AgK 1-3 Ø	99,62	0,12	Sp.	-	0,17	-	0,17	-	0,03	-	-	0,03	.

6 Diskussion

Nach dem Vergleich der chemischen Analysen in Tabelle 5 mit den chemische Analysen in Tabelle 6 wurde festgestellt, dass die Münzen 1 und 2 (Prager Groschen des Königs Wenzel II.), die Münzen 3 bis 12 (Prager Groschen des Königs Johann von Luxemburg), die Münzen 14 bis 19 (Prager Groschen des Kaisers Karl IV.) sowie die Silberproben AgI, FrBr und AgK keinen oder nur einen sehr geringen Wismutgehalt zeigen und nur aus den mesothermalen Lagerstätten der Pb-Ag-Zn (Cu)-Paragenese kommen können. Dagegen zeigen die Münzen 13 und 20 (Prager Groschen des Kaisers Karl IV.), die Münzen 21 bis 25 (Prager Groschen des Königs Wenzel IV.) sowie die Silberproben WGHd und WoBr deutlich höhere Wismutgehalte und können nur aus den epithermalen bis telethermalen Lagerstätten der Ag-Co-Ni-Bi-U-Paragenese kommen.

Die höheren Wismutgehalte des Silbers aus den Lagerstätten der Ag-Co-Ni-Bi-U-Paragenese sind hilfreich für die Beantwortung der Frage, aus welchem Silber die Prager Groschen geprägt wurden.

Nach Mitteilung von Dr. Engelhardt aus Berlin ist der Wismutgehalt der Prager Groschen mit sinkendem Silbergehalt signifikant angestiegen. Insbesondere in den Prager Groschen während der Regentschaft der Könige Vladislav II. Jagelloner (1471-1516), Ludwig I. Jagelloner (1516-1526) und Ferdinand I. (1526-1564) kann der Wismutgehalt bis 8 % hoch sein, vor allem deshalb, weil am Anfang des 16. Jahrhunderts neue, reiche Silberlagerstätten der Ag-Co-Ni-Bi-U-Paragenese in St. Joachimsthal entdeckt wurden.

7 Literaturverzeichnis

BAUMANN, L. & LEEDER, O.(1991): Einführung in die Auflichtmikroskopie. – 408 S.; Leipzig (Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie).
BERNARD J. H. & POUBA, Z. a kol.(1986): Rudní ložiska a metalogeneze československé části Českého masivu.- Ústřední ústav geologický, nakladatelství Academie, 106-188; Praha.
CASTELIN, K. (1958): Dukát a pražský groš.- Numismatické listy **13**: 86-92; Praha.
FENGLER, H., GIEROW, G. & UNGER, W. (1976): Lexikon der Numismatik.- transpress VEB; **92**: 221, 295; Berlin.
GOLDENBERG, G. (1990): Erze, Schlacken und Metalle.- Universitätblätter, **109:** 147-172; Freiburg (Verlag Rombach).
HAIDMANN, A. (2000): Mittelalterlicher Silberbergbau und Münzprägung im böhmischen Erzgebirge.- Geldgeschichtliche Nachrichten **203:** 121-123; Erzhausen (Schönbach).
HAIDMANN, A.(2002): Silberbergbau um und Münzprägung in Wolkenstein im sächsischen Erzgebirge.- Geldgeschichtliche Nachrichten **207:** 73-75; Erzhausen (Schönbach).
HALL, E. T. (1961): Surface-enrichment of buried metals.- Archaeometry, **4:** 62-66; Oxford.
HAMMER, P.(1993): Metall und Münze.- 1-80; Leipzig, Stuttgart (Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie).
KLOCKENKÄMPER, R. & HASLER, K.(1978): Fresenius.- Z. Anal. Chemie, **289:** 346.; Taunusstein.
KRUG, G. (1974): Die meißnisch-sächsischen Groschen 1338-1500.- 216 S.; Berlin (VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften).
MAJER. J. (2000): Konjunkturen im europäischen Bergbau in Vorindustrieller Zeit.- 73-83; Stuttgart (Franz Steiner).
MATTHES, S. (1990): Mineralogie.- 448 S.; 3. Auflage; Berlin, Heidelberg (Springer).
NOHEJLOVÁ-PRÁTOVÁ, E. (1971/72): Grossi Pragensis.- Numismatický sborník **12**: 91-115; Praha
PÁNEK, I.(1964): K počátkům ražby pražských grošů.- Num. Listy, **XIX:** 1; Praha.
PETRÁŇ, Z. & RADOMĚŘICKÝ, P.(1996): Encyklopedie české numismatiky.- 255-257; Praha (Nakladatelství Libri).
RAMDOHR, P. (1955): Die Erzmineralien und ihre Verwachsungen.- 337-688; Berlin (Akademie-Verlag).
RÖSLER, H.J. (1988): Lehrbuch der Mineralogie.- 178-294; Leipzig (VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie).
SCHNEIDERHÖHN, H. (1949): Erzlagerstätten.- 61-132; Stuttgart (Piscator-Verlag).
SCHÖN, G. (1994): Weltmünzkatallog 20. Jahrhundert; München (Battenberg).
SUHLE, A. (1975): Deutsche Münz- und Geldgeschichte von den Anfängen bis zum 15. Jahrhundert; Berlin (VEB-Verlag).
WAGENBRECHT, O., WÄCHTLER, E., BECKE, A., DOUFFET, H. & JOBST, W. (1990): Bergbau im Erzgebirge.- 503 S.; Leipzig (Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie).
WILSDORF, H. (1987): Kulturgeschichte des Bergbaus.- 99-240; Essen (Verlag Glückauf).

DR. JAROSLAV HRABÁNEK
Hegelstr. 47
55122 Mainz

Manuskripteingang: 16.06.2002